

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 4/02/2028



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Araçatuba - Faculdade de Odontologia

BRUNA PERAZZA

**EFEITO DA COMBINAÇÃO DAS CICLAGENS MECÂNICA E
TÉRMICA NA ADESÃO DE UMA NOVA RESINA DE
INCREMENTO ÚNICO AUTOPOLIMERIZÁVEL**

**Araçatuba - SP
2026**

A decorative graphic in the bottom right corner of the page, consisting of several overlapping, semi-transparent light blue shapes with a white dot pattern, resembling a stylized geometric design.

BRUNA PERAZZA

**EFEITO DA COMBINAÇÃO DAS CICLAGENS MECÂNICA E
TÉRMICA NA ADESÃO DE UMA NOVA RESINA DE
INCREMENTO ÚNICO AUTOPOLIMERIZÁVEL**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia de Araçatuba, para obtenção do título de Mestra.

Área de Concentração: Dentística

Orientadora: Profa. Dra. Ticiane Cestari Fagundes

Coorientador: Prof. Dr. Caio César Pavani

**Araçatuba - SP
2026**

Catálogo na Publicação (CIP)

Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

P427e Perazza, Bruna
Efeito da combinação das ciclagens mecânica e
térmica na adesão de uma nova resina de incremento
único autopolimerizável / Bruna Perazza. – Araçatuba,
2026
47 f. : il. ; tab.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual
Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia
Orientadora: Profa. Ticiane Cestari Fagundes
Coorientador: Prof. Caio César Pavani

1. Adesivos dentinários 2. Dentina 3. Infiltração
dentária 4. Resinas compostas 5. Polimerização
6. Testes mecânicos I. T.

Black D2
CDD 617.6

Dedico este trabalho a Deus, aos meus pais, Gustavo e Nilsceia, que tantas vezes colocaram meus sonhos acima dos deles, e à minha irmã, Bianca, por todo apoio e carinho. Sem vocês eu não teria conseguido.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À minha família

Pai, mãe, sou eternamente grata por tudo que vocês fizeram e continuam fazendo por mim. Sei o quanto renunciaram para que eu pudesse chegar até aqui, e mesmo que nem sempre diga, admiro a força, o amor e a dedicação de vocês. Tudo o que sou carrega os valores que me ensinaram. Obrigada por serem meu porto seguro, meu exemplo e meu maior suporte. Amo vocês mais do que as palavras podem expressar.

Bianca, obrigada por me inspirar e me fazer acreditar que sou capaz. Se escrevo é porque você me fez acreditar que isso é possível.

À minha orientadora, Ticiane Cestari Fagundes

Obrigada pela oportunidade que me deu mesmo quando eu ainda não tinha conhecimento. Sou grata por toda paciência, pelos ensinamentos e por ter depositado sua confiança em mim. Sua dedicação e exemplo foram uma inspiração constante ao longo de todo esse período.

Ao meu coorientador, Caio César Pavani

Obrigada por todos os ensinamentos e conselhos compartilhados ao longo deste período. Sou profundamente grata por cada orientação.

À minha banca examinadora,

Obrigada por aceitarem prontamente o convite para participar deste momento tão importante e por dedicarem, mesmo em meio às rotinas tão corridas, um tempo para contribuir com meu trabalho.

Às minhas amigas,

Érika Omoto, obrigada por ter me ajudado e acolhido quando eu mais precisei. Sem você, nada disso seria possível. Obrigada por não me deixar desistir. Você se tornou uma inspiração, e espero, um dia, ser ao menos metade da pessoa e profissional que você é.

Alice Santos, Guilherme Moreira, Jully Correa, Karen Milaré, Lara Esteves, Mariana Queiroz, Vitória Marques, obrigada pela amizade de cada um, que certamente contribuiu para a minha jornada. Sem vocês essa caminhada não teria sido tão leve.

Aos professores da disciplina de Dentística, Anderson Catelan, André Briso, Silvio Mauro,

Sou grata por todo o conhecimento que recebi e que foi indispensável para a minha evolução pessoal e profissional.

Aos funcionários e colegas de departamento Autran Santiago, Carlos Suetake e Jorge Trevelim,

Agradeço a dedicação com que exerceram suas funções, proporcionando o apoio necessário para que este trabalho se tornasse possível.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Faculdade de Odontologia de Araçatuba, pela oportunidade integrar o programa de pós-graduação desta instituição. Sou grata por cada experiência vivida ao longo desse percurso.

Ao Diretor da Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Prof. Dr. Alberto Carlos Botazzo Delbem, e ao Vice-Diretor, Prof. Dr. Luciano Tavares Angelo Cintra, pela administração competente e pelo apoio contínuo à comunidade acadêmica. Sua atuação contribuiu diretamente para o desenvolvimento desta pesquisa e para minha formação.

À coordenadora do curso de Pós-graduação em Odontologia Profa. Roberta Okamoto, pela disponibilidade e pelo comprometimento em assegurar a contínua excelência do programa.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araçatuba, pela dedicação ao ensino e por todo o conhecimento científico transmitido ao longo desta trajetória.

À Central de Microscopia Eletrônica da Universidade Estadual Paulista – UNESP, campus de Ilha Solteira, em especial ao técnico Elton José de Souza, pela postura extremamente profissional e competente, realizando um trabalho de excelente qualidade

**“Para que todos vejam, e saibam,
e considerem, e juntamente
entendam que a mão do Senhor
fez isso.”**

Isaías 41:20

RESUMO

PERAZZA, B. **Efeito da combinação das ciclagens mecânica e térmica na adesão de uma nova resina de incremento único autopolimerizável.** 2026. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Araçatuba, 2026.

Com o intuito de reduzir os efeitos da contração de polimerização e otimizar o tempo clínico, surgiu um novo sistema restaurador de incremento único e autopolimerizável. Este estudo comparou a adesão de restaurações Classe I realizadas com resina convencional (RC), *bulk-fill* fotopolimerizável (RB) e resina *bulk-fill* autopolimerizável (RA), após combinação de ciclagens mecânica e térmica. Sessenta molares permanentes foram restaurados conforme o sistema adesivo e resina composta de cada grupo, e avaliados quanto à resistência adesiva, após 24 horas e combinação de ciclagens mecânica e térmica. Após preparo de Classe I e restaurações, de acordo com os fabricantes, metade dos dentes foram seccionados para obtenção de palitos retangulares ($0,9 \pm 0,1 \text{ mm}^2$), os quais foram testados com teste de microtração, após 24 horas. A outra metade foi submetida à fadiga mecânica, e em seguida os palitos foram obtidos para serem termociclados e testados com teste de microtração. Três palitos de cada grupo foram submetidos ao teste de nanoinfiltração para obtenção de imagens ilustrativas. ANOVA a dois critérios e pós teste de Tukey foram realizados com nível de significância de 5%. Não houve diferença na resistência de união entre os grupos, após 24 horas ($p > 0,05$). RA apresentou maiores valores que RC e RB, após a combinação das ciclagens ($p < 0,05$). Todos os sistemas restauradores mostraram redução significativa da adesão, após a combinação das ciclagens ($p < 0,05$). Falhas adesivas foram predominantes, e RA apresentou menor número de falhas prematuras em relação aos demais grupos, após 24 horas. Nas imagens de nanoinfiltração, pode-se notar uma interface adesiva contínua entre a resina de incremento único autopolimerizável e a dentina, a qual manteve-se após as ciclagens. Apesar da nova resina *bulk-fill* autopolimerizável ter mostrado desempenho adesivo inicial semelhante aos demais sistemas restauradores, apresentou adesão superior após a combinação de envelhecimento mecânico e térmico.

Palavras-chave: adesivo dentinário; dentina; infiltração dentária; resina composta; polimerização, testes mecânicos.

ABSTRACT

PERAZZA, B. **Effect of combined mechanical and thermal cycling on adhesion of a new self-cure bulk-fill composite.** 2026. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Araçatuba, 2026.

In order to reduce the effects of polymerization shrinkage and to optimize clinical time, a new self-cure bulk-fill restorative system was introduced. This study compared the adhesion of Class I restorations performed with conventional composite (RC), light-cure bulk-fill composite (RB), and self-cure bulk-fill composite (RA), after combined mechanical and thermal cycling. Sixty permanent molars were restored according to the adhesive system and composite resin of each group and evaluated for adhesive strength, after 24 hours and a combination of mechanical and thermal cycling. After Class I cavity preparation and restorations performed, according to manufacturers' instructions, half of the teeth were sectioned to obtain rectangular sticks ($0.9 \pm 0.1 \text{ mm}^2$), which were tested using the microtensile bond strength test, after 24 hours. The remaining half was submitted to mechanical fatigue; subsequently, sticks were obtained, thermocycled, and tested using the microtensile bond strength test. Three beams from each group were subjected to nanoleakage testing to obtain illustrative images. Two-way ANOVA and Tukey's post-hoc tests were performed, with a significance level of 5%. No difference in bond strength was observed among the groups, after 24 hours ($p > 0.05$). RA showed higher values than RC and RB after the combination of cycling ($p < 0.05$). All restorative systems showed a significant reduction in adhesion after the combination of cycling ($p < 0.05$). Adhesive failures were predominant, and RA showed fewer premature failures compared to the other groups, after 24 hours. Nanoleakage images revealed a continuous adhesive interface between the self-cure bulk-fill composite and dentin, which was maintained after cycling. Although the new self-cure bulk-fill composite showed initial adhesive performance similar to the other restorative systems, it demonstrated superior adhesion after combined mechanical and thermal aging.

Keywords: dentin adhesive; dentin; dental infiltration; composite resin; polymerization; mechanical testing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma do experimento. A) Seleção de 60 molares humanos, 34
secção das raízes. B) Etapa de embutimento dos dentes em resina acrílica.
C) Preparo cavitário Classe I D) Restauração de acordo com o grupo. E)
Obtenção dos palitos retangulares ($0,9\pm 0,1\text{mm}^2$) de cada dente. F) Testes
de microtração para análise após 24 horas e análise de fraturas. G) Teste de
nanoinfiltração para análise após 24 horas. H) Desafio de fadiga mecânica
(30000 ciclos). I) Obtenção de palitos retangulares ($0,9\pm 0,1\text{mm}^2$) de cada
dente. J) Desafio a termociclagem (10000 ciclos) K) Testes de microtração
para análise após envelhecimento, e análise de fraturas. L) Teste de
nanoinfiltração para análise, após combinação de ciclagens.

Figura 2 – Imagens representativas de MEV (aumento de 1000x) 35
demonstrando áreas de impregnação de prata, na análise imediata (RC=A-C;
RB=D-F; RA=G-I) para cada grupo. Foram capturadas três imagens de cada
palito, sendo elas das extremidades (A, D, G, C, F, I) e região central (B, E,
H). As setas delgadas indicam a infiltração por prata ao longo da camada
híbrida. R representa resina composta e D, dentina.

Figura 3 – Imagens representativas de MEV (aumento de 1000x) 36
demonstrando áreas de impregnação de prata, após ciclagens (RC=A-C;
RB=D-F; RA=G-I) para cada grupo. Foram capturadas três imagens de cada
palito, sendo elas das extremidades (A, D, G, C, F, I) e região central (B, E,
H). As setas delgadas indicam a infiltração por prata ao longo da camada
híbrida. R representa resina composta e D, dentina.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Marca comercial, lote, composição, fabricante e instruções de aplicação dos sistemas restauradores, de acordo com os fabricantes 37

Tabela 2 – Média e desvios-padrão da análise de resistência de união (MPa) 38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Frequência dos padrões de fratura na análise após 24 horas 39 (colunas sólidas), e após as ciclagens (colunas pontilhadas) de cada grupo.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

#	Número
%	Porcentagem
<	Menor
=	Igual
>	Maior
±	Mais ou menos
10-MDP	10-Metacrilóiloxidecil di-hidrogênio fosfato
1-β	Poder do teste
α	Nível de significância
μTBS	Microtração
BISGMA	Bisfenol A diglicidil éter dimetacrilato
DDDMA	1,12-dodecano dimetacrilato
UDMA	Diuretano dimetacrilato
Fator-C	Fator de configuração cavitária
GDMA	Glicerol-dimetacrilato
HEMA	2-hidroxietil metacrilato
KgF	Quilograma/força
N	Newton
MEK	Metil etil cetona
mm	Milímetros
mm ²	Milímetros quadrados
MPa	Megapascal
°C	Grau celsius
p	Probabilidade de significância
PEGDMA	Polietileno glicol dimetacrilato
RA	Restauração com Stela Primer + Stela Cápsula
RB	Restauração com Single Bond Universal + Filtek <i>Bulk-Fill One</i>
RC	Restauração com Single Bond Universal + Filtek Z350 XT
s	Segundos
TEGDMA	Trietilenoglicol dimetacrilato
x	Vezes
YbF ₃	Fluoreto de itérbio

BisEMA-6 Bisfenol A polietileno glicol diéter dimetacrilado

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 MATERIAIS E MÉTODOS	18
2.1 Delineamento Experimental e Cálculo Amostral	18
2.2 Confeção dos Espécimes e Divisão dos Grupos	18
2.3 Combinação de Ciclagens Mecânica e Térmica	19
2.4 Resistência de União por Meio de μ TBS	20
2.5 Adaptação Interfacial por Meio de Nanoinfiltração	21
2.6 Análise Estatística	21
3 RESULTADOS	23
4 DISCUSSÃO	25
5 CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	31
ANEXOS	43

1 INTRODUÇÃO*

Restaurações diretas são procedimentos amplamente realizados na prática odontológica. As resinas compostas representam o material restaurador de primeira escolha dos cirurgiões-dentistas, devido às suas excelentes propriedades estéticas, mecânicas e adesivas [1]. O avanço contínuo da Odontologia adesiva tem permitido o desenvolvimento de resinas compostas com diferentes formulações, indicações e modos de aplicação [2]. Nesse contexto, observa-se um esforço constante da indústria em simplificar e agilizar os procedimentos restauradores, resultando em materiais mais práticos, versáteis e com desempenho clínico aprimorado [3]. Assim, diante da ampla variedade de materiais disponíveis, é fundamental que o profissional selecione o sistema restaurador mais adequado considerando a longevidade e a resistência às falhas das restaurações [4].

No entanto, as resinas compostas convencionais apresentam, uma desvantagem relacionada à tensão que ocorre durante a fotopolimerização, a qual pode comprometer a integridade da interface adesiva e, conseqüentemente, a longevidade das restaurações [5,6]. Para minimizar esse efeito, recomenda-se o emprego da técnica incremental, com inserções de camadas de no máximo 2 mm [7]. Em busca de simplificar esse processo, foram desenvolvidas as resinas compostas do tipo *bulk-fill* fotopolimerizáveis, que incorporaram moduladores de estresse de polimerização, permitindo incrementos únicos de 4-5 mm [8], reduzindo o tempo clínico, mas com características mecânicas semelhantes às convencionais [9]. No entanto, esses materiais apresentam maior translucidez, característica necessária para garantir a adequada passagem de luz por toda a espessura do incremento, durante a fotopolimerização [8].

Mais recentemente, uma nova geração de resina composta foi introduzida no mercado, com a característica de inserção em incremento único, porém autopolimerizável [10]. Este sistema restaurador apresenta um *primer* que contém catalisador que inicia o processo de polimerização na interface da restauração; podendo favorecer a uma interface sem lacunas e reduzindo os problemas relacionados à tensão, e conseqüente contração durante a fotopolimerização [11].

* Normalização de acordo com a Journal of Adhesion Science and Technology - <https://www.tandfonline.com/action/authorSubmission?show=instructions&journalCode=tast20>

Além disso, este *primer* é livre de amina terciária e contém glicerol-dimetacrilato (GDMA), o que pode favorecer a polimerização, aprimorar as propriedades mecânicas e a adesão à dentina, além de reduzir a absorção de água e a solubilidade [10]. Além disso, essa resina composta está disponível nas versões *automix* e em cápsulas pré-dosadas [12,13]. A versão encapsulada pode diminuir os possíveis erros na proporção dos componentes e inclusão de bolhas de ar, falhas que podem ocorrer durante a manipulação manual [12,13].

A literatura apresenta estudos sobre esse novo sistema restaurador de incremento único autopolimerizável, dentre eles, estudos que avaliam: resistência ao microcisalhamento [11,14]; resistência à microtração [15,16]; adaptação interna e *micro-gaps* [14,17]; nanoinfiltração [15,16]; resistência à compressão, porosidade, molhabilidade [13]; e estabilidade de cor [18]. Além disso, um estudo multi-cêntrico que analisa a hipersensibilidade pós-operatória, critérios estéticos, funcionais e biológicos, após 6 e 18 meses de avaliação clínica [19,20]. No entanto, ainda são escassos os estudos que avaliam simultaneamente a resistência adesiva e a nanoinfiltração, após a combinação de protocolos de envelhecimentos com carga mecânica e alterações térmicas. Dessa forma, o presente estudo torna-se relevante por contribuir com evidências científicas que auxiliem os clínicos na escolha do material restaurador mais adequado, fundamentada em parâmetros laboratoriais de desempenho adesivo e selamento da interface.

Sendo assim, este estudo tem como objetivo avaliar a adesão de um sistema restaurador de incremento único autopolimerizável, comparando-se à sistemas restauradores com sistema adesivo universal e resinas convencional e *bulk-fill* fotopolimerizáveis, após um processo de envelhecimento combinado de ciclagens mecânica e térmica. As hipóteses nulas testadas foram: I) a adesão não será afetada pelo sistema restaurador, quando o mesmo tempo de análise for avaliado; II) a adesão não será afetada pelo tempo de análise, quando o mesmo tipo de sistema restaurador for avaliado.

5 CONCLUSÃO

A nova resina de incremento único autopolimerizável apresentou desempenho adesivo inicial semelhante aos demais sistemas restauradores e após a combinação de ciclagens mecânica e térmica, demonstrou adesão superior. Além disso, esse sistema restaurador inovador foi capaz de manter uma interface adesiva contínua sem lacunas.

REFERÊNCIAS

1. Ferracane JL. A historical perspective on dental composite restorative materials. *J Funct Biomater*. 2024;15(7):173. doi: 10.3390/jfb15070173
2. Fernández E, Chaple Gil A, Caviedes R, et al. Clinical longevity of direct dental restorations: an umbrella review of systematic reviews. *J Esthet Restor Dent*. 2025. doi: 10.1111/jerd.70052
3. Delgado AHS, Alves M, Pires I, et al. Self-adhesive flowable resin composites: are we going somewhere? *J Esthet Restor Dent*. 2025. doi: 10.1111/jerd.70048
4. Santos MJMC, Zare E, McDermott P, et al. Multifactorial contributors to the longevity of dental restorations: an integrated review of related factors. *Dent J*. 2024;12(9):291. doi: 10.3390/dj12090291
5. Ferracane JL. Resin composite: state of the art. *Dent Mater*. 2011;27(1):29–38. doi: 10.1016/j.dental.2010.10.020
6. Schneider LFJ, Cavalcante LM, Silikas N. Shrinkage stresses generated during resin-composite applications: a review. *J Dent Biomech*. 2010;2010:131630. doi: 10.4061/2010/131630
7. Han SH, Park SH. Incremental and bulk-fill techniques with bulk-fill resin composite in different cavity configurations. *Oper Dent*. 2018;43(6):631–641. doi: 10.2341/17-279-LR
8. Veloso SRM, Lemos CAA, Moraes SLD, et al. Clinical performance of bulk-fill and conventional resin composite restorations in posterior teeth: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig*. 2019;23(1):221–233. doi: 10.1007/s00784-018-2429-7
9. Silva G, Marto CM, Amaro I, et al. Bulk-fill resins versus conventional resins: an umbrella review. *Polymers*. 2023;15(12):2613. doi: 10.3390/polym15122613
10. Guarneri JAG, Maucoski C, Ghaffari S, et al. Ability of a novel primer to enhance the polymerization of a self-cured resin composite. *Dent Mater*. 2025;41(1):42-50. doi: 10.1016/j.dental.2024.10.013

11. Belo Júnior PHS, Silva TEM, Loterio WS, et al. Adhesion evaluation of a new self-cured resin to sclerotic dentin. *Braz Dent J.* 2025;36:e23-6485. doi: 10.1590/0103-644020256485
12. Thadathil Varghese J, Raju R, Farrar P, et al. Comparative analysis of self-cure and dual cure-dental composites on their physico-mechanical behaviour. *Aust Dent J.* 2024;69(2):124–138. doi: 10.1111/adj.13004
13. Laporte C, Bourgi R, Jmal H, et al. Mechanical, antibacterial, and physico-chemical properties of three different polymer-based direct restorative materials: an in vitro study. *Polymers.* 2025;17(9):1272. doi: 10.3390/polym17091272
14. Tavangar SM, Ghavami-Lahiji M, Tayefeh Davaloo R, et al. Comparative evaluation of microshear bond strength and microgap formation of a new self-cure bulk-fill and a light-cure composite resin in bonding to dentin. *Int J Dent.* 2025;2025:9989327. doi: 10.1155/ijod/9989327
15. Pires PM, Neves AA, Lukomska-Szymanska M, et al. Bonding performance and interfacial adaptation of modern bulk-fill restorative composites after aging in artificial saliva: an in vitro study. *Clin Oral Investig.* 2024;28(2):132. doi: 10.1007/s00784-024-05525-5
16. Pires P, Neves A, Farrar P, et al. Bonding performance and interfacial ultra-morphology/nanoleakage of a modern self-curing bulk-fill restorative system: an in vitro study. *Eur J Dent.* 2025. doi: 10.1055/s-0045-1804886
17. Albelasy EH, Raghip AG, Ismail HS. Internal adaptation and micromorphological analysis of a new self-cure resin composite. *J Clin Exp Dent.* 2025;17(8):e912–e919. doi: 10.4317/jced.62900
18. Çarıkçioğlu B, Ay Şimşek İ, Arıkan V, et al. Color stability of a novel self-cure bulk-fill composite compared to light-cure bulk-fill and injectable composite resins. *BMC Oral Health.* 2025;25(1):1478. doi: 10.1186/s12903-025-06831-4
19. Loguercio AD, Carpio-Salvatierra B, Ñaupari-Villasante R, et al. Clinical evaluation of a new chemically-cured bulk-fill composite in posterior restorations: 6-month multicenter double-blind randomized clinical trial. *J Dent.* 2024;149:105246. doi: 10.1016/j.jdent.2024.105246

20. Loguercio AD, Carpio-Salvatierra B, Ñaupari-Villasante R, et al. Clinical evaluation of a new chemically-cured bulk-fill composite in posterior restorations: 18-month multicenter double-blind randomized clinical trial. *J Dent*. 2025;162:106031. doi: 10.1016/j.jdent.2025.106031
21. Rauber GB, Bernardon JK, Vieira LCC, et al. In vitro fatigue resistance of teeth restored with bulk fill versus conventional composite resin. *Braz Dent J*. 2016;27(4):452–457. doi:10.1590/0103-6440201600836
22. Chiba EK, Briso ALF, Alexandre RS, et al. Bond strength to dentin of low-shrinkage composite resin restorations after thermocycling and mechanical loading. *Arch Health Invest*. 2020;9(6):641–647. doi: 10.21270/archi.v9i6.4906
23. Armstrong S, Breschi L, Özcan M, et al. Academy of dental materials guidance on in vitro testing of dental composite bonding effectiveness to dentin/enamel using micro-tensile bond strength (TBS) approach. *Dent Mater*. 2017;33(2):133–143. doi: 10.1016/j.dental.2016.11.015
24. Omoto ÉM, Catelan A, Santos PHD, et al. Adhesion and sealing of different universal adhesive systems associated with bulk-fill resins after using endodontic irrigation solutions: an in vitro study. *Aust Endod J*. 2024;50(2):309-320. doi: 10.1111/aej.12843
25. Tay FR, Pashley DH, Yoshiyama M. Two modes of nanoleakage expression in single-step adhesives. *J Dent Res*. 2002;81(7):472-476. doi: 10.1177/154405910208100708
26. Pereira R, Lima DANL, Giorgi MCC, et al. Evaluation of bond strength, nanoleakage, and marginal adaptation of bulk-fill composites submitted to thermomechanical aging. *J Adhes Dent*. 2019;21(3):255–264. doi: 10.3290/j.jad.a42547
27. Yang H, Guo J, Guo J, et al. Nanoleakage evaluation at adhesive-dentin interfaces by different observation methods. *Dent Mater J*. 2015;34(5):654–662. doi: 10.4012/dmj.2015-051

28. Bedran-de-Castro AK, Pereira PN, Pimenta LA, et al. Effect of thermal and mechanical load cycling on microtensile bond strength of a total-etch adhesive system. *Oper Dent*. 2004;29(2):150–156.
29. El Mourad AM. Assessment of bonding effectiveness of adhesive materials to tooth structure using bond strength test methods: a review of literature. *Open Dent J*. 2018;12:664-678. doi: 10.2174/1745017901814010664
30. Eichler E, Vach K, Schlueter N, et al. Dentin adhesion of bulk-fill composites and universal adhesives in class I cavities with high C-factor. *J Dent*. 2024;142:104852. doi: 10.1016/j.jdent.2024.104852
31. Carrilho E, Cardoso M, Ferreira MM, et al. 10-MDP based dental adhesives: adhesive interface characterization and adhesive stability: a systematic review. *Materials*. 2019;12(5):790. doi: 10.3390/ma12050790
32. Zhang Z, Zhang Y, Wu Z, et al. The effect of prime-and-rinse approach using MDP micellar solutions on extrafibrillar demineralization and dentin bond performance. *Dent Mater*. 2021;37(5):e300–e313. doi: 10.1016/j.dental.2021.01.018
33. Mokeem LS, Garcia IM, Melo MA. Degradation and failure phenomena at the dentin bonding interface. *Biomedicines*. 2023;11(5):1256. doi: 10.3390/biomedicines11051256
34. Mandava J, Vegesna DP, Ravi R, et al. Microtensile bond strength of bulk-fill restorative composites to dentin. *J Clin Exp Dent*. 2017;9(8):e1023–e1028. doi: 10.4317/jced.53965
35. Ibrahim NS, Jamil WE, Mahmoud NA. Evaluation of microtensile bond strength to dentin of a self-adhesive bulk-fill resin composite restorative material after aging. *J Contemp Dent Pract*. 2025;26(4):409–417. doi: 10.5005/jp-journals-10024-3862
36. Szczesio-Wlodarczyk A, Fronczek M, Ranoszek-Soliwoda K, et al. The first step in standardizing an artificial aging protocol for dental composites: evaluation of basic protocols. *Molecules*. 2022;27(11):3511. doi: 10.3390/molecules27113511
37. Lin L, Drummond JL. Cyclic loading of notched dental composite specimens. *Dent Mater*. 2010;26(3):207–214. doi: 10.1016/j.dental.2009.10.002

38. Szczesio-Wlodarczyk A, Sokolowski J, Kleczewska J, et al. Ageing of dental composites based on methacrylate resins: a critical review of the causes and method of assessment. *Polymers*. 2020;12(4):882. doi: 10.3390/polym12040882
39. Hammoud F, Hardan L, Nassif M, et al. Evaluation of microtensile bond strength of composite under three aging conditions: a comparative in-vitro study. *Int Arab J Dent*. 2025;16(1):13. doi: 10.70174/iajd.v16i1.1399
40. Hassan H, Elshennawy M, Abdel Latif MM. Evaluation of micro-tensile bond strength of bulk-fill versus nanohybrid composite to dentin. *SUE Oral Dent Med J*. 2025;1(1):53–57. doi: 10.21608/SUODMJ.2025.369810.1007
41. França FM, Tenuti JG, Broglio IP, et al. Low- and high-viscosity bulk-fill resin composites: a comparison of microhardness, microtensile bond strength, and fracture strength in restored molars. *Acta Odontol Latinoam*. 2021;34(2):173–182. doi: 10.54589/aol.34/2/173
42. Betancourt DE, Baldion PA, Castellanos JE. Resin-dentin bonding interface: mechanisms of degradation and strategies for stabilization of the hybrid layer. *Int J Biomater*. 2019;2019:5268342. doi: 10.1155/2019/5268342
43. Chaves LVF, Oliveira SND, Özcan M, et al. Interfacial properties and bottom/top hardness ratio produced by bulk fill composites in dentin cavities. *Braz Dent J*. 2019;30(5):476–483. doi: 10.1590/0103-6440201902741
44. Ilie N, Stark K. Curing behaviour of high-viscosity bulk-fill composites. *J Dent*. 2014;42(8):977–985. doi: 10.1016/j.jdent.2014.05.012
45. Fronza BM, Rueggeberg FA, Braga RR, et al. Monomer conversion, microhardness, internal marginal adaptation, and shrinkage stress of bulk-fill resin composites. *Dent Mater*. 2015;31(12):1542–1551. doi: 10.1016/j.dental.2015.10.001
46. Alrahlah A, Silikas N, Watts DC. Post-cure depth of cure of bulk-fill dental resin composites. *Dent Mater*. 2014;30(2):149–154. doi: 10.1016/j.dental.2013.10.011
47. Enas E, Mesallum P, Abd El Aziz, et al. Performance of bulk fill versus conventional nanocomposite resin restorations supporting the occlusal rests of

removable partial dentures: an in vitro investigation. *J Prosthet Dent.* 2023;129(6):907.e1–907.e7. doi: 10.1016/j.prosdent.2023.03.024

48. Shadman N, Pezeshki B, Rostami S. Marginal sealing of bulk fill versus conventional composites in class II composite restorations: an in vitro study. *Front Dent.* 2020;17:40. doi: 10.18502/fid.v17i40.5313

49. Signore A, Solimei L, Arakelyan MG, et al. Marginal quality of a full-body bulk-fill composite placed with a universal adhesive system in etch-and-rinse and self-etch mode: an in vitro study. *J Clin Exp Dent.* 2021;13(8):e835–e844. doi: 10.4317/jced.58081